

INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

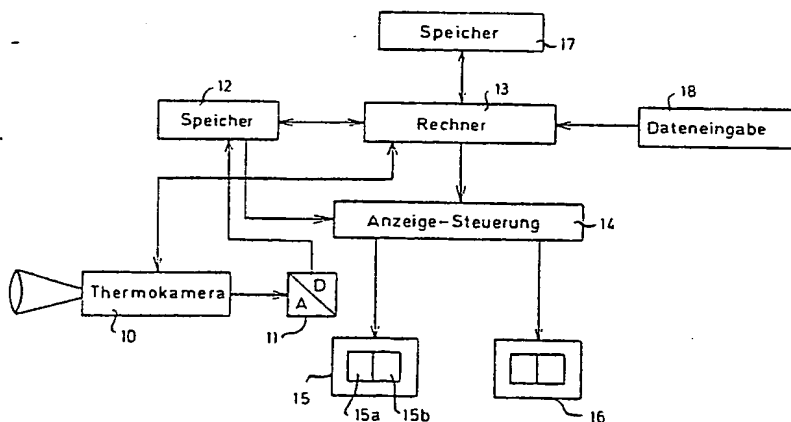
(51) Internationale Patentklassifikation <sup>3</sup> : A61B 5/00; G01J 5/00	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 81/03418 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 10. Dezember 1981 (10.12.81)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE81/00076 (22) Internationales Anmeldedatum: 26. Mai 1981 (26.05.81) (31) Prioritätsaktenzeichen: P 30 20 359.9 (32) Prioritätsdatum: 29. Mai 1980 (29.05.80) (33) Prioritätsland: DE (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): FA. CARL ZEISS [DE/DE]; CARL ZEISS-STIFTUNG [DE/DE]; Carl-Zeiss-Straße 4-54, D-7082 Oberkochen (DE). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): WOLLNIK, Hermann [DE/DE]; Auf der Platte 30, D-6301 Fernwald 2 (DE). HAAS, Rüdiger [DE/DE]; Kollenbergstraße 24, D-6331 Altenkirchen (DE). KASSEN, Folkert [DE/DE]; Lärchenweg 13, D-6301 Lahnau-Atzbach (DE).		(74) Anwalt: SCHILL, Walter; Fa. Carl Zeiss, Postfach 1369/1380, D-7082 Oberkochen (DE).  (81) Bestimmungsstaaten: CH (europäisches Patent), DE (europäisches Patent), FR (europäisches Patent), GB (europäisches Patent), JP, NL (europäisches Patent), SE (europäisches Patent), US.  Veröffentlicht Mit dem internationalen Recherchenbericht

(54) Title: METHOD FOR PICKING UP AND REPRESENTING THERMOGRAPHIC IMAGES

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR ERFASSUNG UND DARSTELLUNG THERMOGRAPHISCHER BILDER

## (57) Abstract

The method for picking up and representing thermographic images of biological or technical structures, allows the sensing of abnormal temperature repartitions even when they are very low or when the corresponding areas differ very slightly as to their temperature values with respect to adjacent temperature values. According to this method, the temperature values for each image point of a thermogram are digitally picked up and recorded and the pitch of the local temperature variation is calculated, that is to say the temperature gradient for each image point in relation to its temperature and to the temperature value measured for the point adjacent thereto. For a selected image area, the local repartition of temperature gradients is represented. Abnormal temperature repartitions may thus be sensed, from such representation, where important temperature gradients exist.



## (57) Zusammenfassung

Verfahren zur Erfassung und Darstellung thermographischer Bilder von biologischen oder technischen Strukturen, das es ermöglicht anormale Temperaturverteilungen auch dann zu erkennen, wenn diese sehr klein sind oder die entsprechenden Bereiche sich nur geringfügig hinsichtlich ihres Temperaturwertes von den benachbarten Temperaturwerten unterscheiden. Bei diesem Verfahren werden die Temperaturwerte an jedem Bildpunkt eines Thermogramms digital erfaßt und es wird die Steilheit der lokalen Temperaturänderung, d.h. also der Temperaturgradient für jeden Bildpunkt aufgrund seiner Temperatur und der gemessenen Temperaturwerte seiner Nachbarpunkte errechnet. Für einen ausgewählten Bildbereich wird die örtliche Verteilung der Temperaturgradienten dargestellt. Anormale Temperaturverteilungen sind aus dieser Darstellung dort zu erkennen, wo große Temperaturgradienten vorliegen. Das Verfahren kommt besonders vorteilhaft im Bereich der Medizin zum Einsatz und dient dort zur Feststellung von Karzinomen, vor allem Mammakarzinomen.

**LEDIGLICH ZUR INFORMATION**

Code, die zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	KP	Demokratische Volksrepublik Korea
AU	Australien	LI	Liechtenstein
BR	Brasilien	LU	Luxemburg
CF	Zentrale Afrikanische Republik	MC	Monaco
CG	Kongo	MG	Madagaskar
CH	Schweiz	MW	Malawi
CM	Kamerun	NL	Niederlande
DE	Deutschland, Bundesrepublik	NO	Norwegen
DK	Dänemark	RO	Rumania
FI	Finnland	SE	Schweden
FR	Frankreich	SN	Senegal
GA	Gabun	SU	Soviet Union
GB	Vereinigtes Königreich	TD	Tschad
HU	Ungarn	TG	Togo
JP	Japan	US	Vereinigte Staaten von Amerika

Verfahren zur Erfassung und Darstellung thermographischer Bilder

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erfassung und Darstellung thermographischer Bilder von biologischen oder technischen Strukturen, bei dem die Temperaturwerte an jedem Bildpunkt eines Thermogramms digital erfaßt und vorzugsweise auf einem Bildschirm dargestellt werden.

Thermogramme oder thermographische Bilder können für die verschiedensten Zwecke eingesetzt werden, um die Temperaturverteilungen bei biologischen oder technischen Strukturen zu erfassen und zu untersuchen. Dabei ist es in vielen Fällen schwierig, etwa bei einem durch Infrarotfotographie erzeugten Bild lokalbegrenzte unauffällige Temperaturverteilungen einerseits und lokalbegrenzte "anormale" Temperaturen andererseits zu unterscheiden.

Seit Jahrzehnten ist in der Fachwelt bekannt, daß Tumore (Karzinome) im menschlichen Körper ein "anormales", von der Körperschale abweichendes Temperaturverhalten haben. Um Tumore mit Hilfe der Thermographie festzustellen, ist bisher so vorgegangen worden, daß mit einer Thermokamera von dem zu überprüfenden Bereich thermographische Bilder angefertigt und diese - ggfs. unter Zwischenschaltung eines Analog-Digital-Wandlers - auf einem Bildschirm zur Anzeige gebracht werden. Um dabei Tumore besser identifizieren zu können, wird die Körpertemperatur durch Abkühlung herabgesetzt. Der erkrankte Bereich des Körpers folgt dieser Temperaturänderung nur begrenzt, so daß aus diesem lokal unterschiedlichen Temperaturverhalten Rückschlüsse auf evtl. vorhandene Tumore gezogen wurden. Dieses Verfahren ist vor allem bei der Feststellung von Mammakarzinomen eingesetzt worden. Die Auswertung der Bildanzeige erfolgte dabei ausschließlich visuell, d.h. man hat versucht anhand unterschiedlicher Grauton- bzw. Farbwerte des thermographischen Bildes Karzinome zu identifizieren.

Wegen der bei dieser Auswertung gegebenen erheblichen Unsicherheit konnte sich die Thermographie in der Praxis bei der Feststellung von Krankheitsherden in der menschlichen Körperschale nicht durchsetzen.



Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren der eingangs genannten Art vorzuschlagen, mit dem es möglich ist, anormale Temperaturverteilungen auch dann zu erkennen, wenn diese sehr klein sind oder die entsprechenden Bereiche sich nur geringfügig hinsichtlich ihrer Temperaturwertes  
5 von den benachbarten Temperaturwerten unterscheiden.

Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt gemäß der Erfindung dadurch, daß die Steilheit der lokalen Temperaturänderung, d.h. also der Temperaturgradient für jeden Bildpunkt aufgrund seiner Temperatur und der gemessenen  
10 Temperaturwerte seiner Nachbarpunkte errechnet und die örtliche Verteilung der Temperaturgradienten für einen ausgewählten Bildbereich dargestellt wird. Die Ermittlung der Temperaturgradienten für jeden Bildpunkt erfolgt vorzugsweise durch einen Prozeßrechner, dessen Ausgangssignale als Bild oder Bilder dargestellt werden.

15 Eine weitere vorteilhafte Möglichkeit zur Ermittlung der Temperaturgradienten für jeden Bildpunkt besteht darin die thermographischen Signale einer Fourier-Analyse zu unterwerfen und nur hohe Ortsfrequenzen auszufiltern und gegebenenfalls darzustellen.

20 Prinzipiell ist es ohne Belang nach welchem Algorithmus die Temperaturgradienten ermittelt werden, da die heute verfügbaren Rechner in jedem Falle die gesuchten Werte in kürzester Zeit errechnen können.

25 Kleinere Temperaturänderungen, die bereits beim Entstehen von gefährlichen Situationen, vor allem im biologisch-medizinischen Bereich auftreten lassen sich aufgrund ihrer Unauffälligkeit in einer bildlichen Darstellung der Temperaturwerte nur sehr schwer erkennen. Weitau<sup>s</sup> signifikanter ist hier die Darstellung der Temperaturgradienten für jeden Bild-  
30 punkt oder für einen ausgewählten Bereich.

Besonders vorteilhaft ist es dabei für die Werte der Temperaturgradienten gestaffelte Schwellwerte vorzugeben und den<sup>sich</sup>  $V_{50}$  ergebenden Wertbereichen Farbstufen zuzuordnen. Die Werte der Temperaturgradienten treten  
35 dann in der bildlichen Darstellung mit unterschiedlichen Farben in Erscheinung, so daß es möglich wird auf den ersten Blick Gefahrenbereiche



zu erkennen.

Es ist auch möglich den Temperaturgradienten-Werten einen vorwählbaren Schwellwert zuzuordnen, der beispielsweise den pathologischen Bereich  
5 abgrenzt und die unter- und oberhalb dieses Schwellwertes liegenden Meßwerte in schwarz/weiß-Darstellung oder einer anderen einfarbigen Darstellung wiederzugeben.

Die Erfindung kann in verschiedenen Bereichen der Naturwissenschaft und  
10 Technik, vor allem im Bereich der Medizin, zum Einsatz kommen. Im medizinischen Bereich wird mittels des Verfahrens nach der Erfindung die Feststellung von Karzinomen, vor allem Mammakarzinomen, mit Hilfe der Thermographie praktikabel.

15 Darüber hinaus kann die Erfindung für andere medizinische Untersuchungen, z.B. für die Feststellung von Entzündungen, rheumatischen Erkrankungen in Gelenken usw. zum Einsatz kommen. Im biologischen Bereich können Luftaufnahmen von Wäldern angefertigt werden, um deren Wasserhaushalt zu untersuchen. Die thermographischen Aufnahmen werden dabei  
20 nach dem Verfahren der Erfindung ausgewertet, um exakte Angaben über die Wasserverteilung zu erzielen.

Im technischen Bereich kann die Erfindung bei der Überprüfung der Wärmedämmung von Gebäuden auf der Grundlage thermographischer Aufnahmen zum  
25 Einsatz kommen sowie für die thermographische Untersuchung von metallischen Werkstücken.

Grundsätzlich kann das erfindungsgemäße Verfahren überall dann zum Einsatz gelangen, wenn zusätzliche Informationen über einen exakten Temperaturverlauf erforderlich sind, welche sich aus dem thermographischen  
30 Bild der absoluten Temperaturwerte nicht oder nur schwer entnehmen lassen.

Unter Benutzung der schon zu Beginn der Beschreibung wiedergegebenen  
35 Erkenntnis, daß bei einer Veränderung der mittleren Temperatur der Hautoberfläche die Wirkung von Tumoren in Bezug auf die Temperaturverteilung



auf der Hautoberfläche anders ist als die Wirkung von normalem Gewebe in der Körperschale läßt sich das Verfahren nach der Erfindung auch so ausgestalten, daß Temperaturgradientenfelder für unterschiedliche Körpertemperaturen aufgenommen und miteinander verglichen werden. Dieser Vergleich kann durch Bildung von Differenzen, Quotienten oder anderen mathematischen Relationen, wie etwa die Abweichung von linearen und/oder quadratischen Extrapolationen sowie solcher höherer Ordnung erfolgen. Da sich Karzinom-bedingte Strukturen in Temperaturgradientenfeldern mit der mittleren Temperatur der Hautoberfläche anders ändern als Strukturen, die auf onkologisch nicht pathologischen Ursachen beruhen, lassen sich nach dem geschilderten Verfahren Karzinom-bedingte Strukturen erkennen und darstellen.

Zugleich mit der Aufnahme der Temperaturgradientenfelder können auch die Temperaturfelder bei verschiedenen Körpertemperaturen ausgewertet werden, indem z.B. für jeden Bildpunkt des untersuchten Bereiches Differenzen, Quotienten oder andere mathematische Relationen zwischen den verschiedenen Temperaturfeldern ermittelt und neben den Temperaturgradientenfeldern dargestellt oder diesen überlagert werden.

Die Darstellung der Temperatur- und Temperaturgradientenfelder nebeneinander kann auf zwei verschiedenen Bildschirmen oder auf einem gemeinsamen, etwa mittig geteilten Bildschirm erfolgen. Zur überlagerten Darstellung der erwähnten Felder ist es zweckmäßig diese auf einem gemeinsamen Bildschirm darzustellen, wobei eine Größe, beispielsweise das Temperaturfeld schwarz/weiß und das andere Feld entweder einfarbig mit abgestufter Farbsättigung oder in verschiedenen Farben wiedergegeben wird. Wählt man nur einen, den pathologischen Bereich abgrenzenden Schwellwert vor, so kann die Darstellung so erfolgen, daß im Bild nur dieser pathologische Bereich wiedergegeben wird.

Vorteilhaft kann es auch sein beide Felder farbig darzustellen, wobei die Farben so gewählt sind, daß die zu identifizierenden Bereiche durch Mischung eine besonders auffällige Farbe erhalten.

Um eine besonders einfache Auswertung zu gewährleisten ist es vorteil-



haft die Darstellung des Temperaturgradientenfeldes oder auch die überlagerte Darstellung dieses Feldes mit dem Temperaturfeld so zu gestalten, daß die zu identifizierenden Bereiche, beispielsweise Bereiche mit einem großen Temperaturgradienten blinken.

5

Die Darstellung des Ergebnisses der Auswertung thermographischer Bilder kann auch ohne Einsatz von Von Bildschirmen erfolgen, z.B. durch Aufzeichnen von graphischen Darstellungen oder durch tabellarisch erfaßte Zahlenwerte.

10

Bei dem Verfahren nach der Erfindung werden die Temperaturgradienten für jeden Bildpunkt rechnerisch ermittelt. Die dabei gewonnenen Signale werden in einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung zur automatischen Scharfeinstellung der thermographischen Kamera verwendet. Dazu kann beispielsweise unter Bildung der Summe der Gradientensignale eines mehr oder weniger großen Bildbereiches die Fokussierung der Kamera automatisch solange verändert werden bis diese Summe ihr Maximum erreicht. Es ist auch möglich zur automatischen Scharfeinstellung nur die hohen Frequenzen im Gradienten-Signalfeld zu verwenden.

20

Die Erfindung wird nachstehend anhand der Figuren 1 bis 5 der beigegeführten Zeichnungen näher erläutert. Im einzelnen zeigen:

Fig. 1 ein schematisches Blockschaltbild eines Ausführungsbeispiels einer Anordnung zur Auswertung thermographischer Bilder nach dem erfindungsgemäßen Verfahren;

25

Fig. 2 den Temperaturverlauf längs einer Zeile eines Rasters des untersuchten Bereichs;

30

Fig. 3 eine Darstellung der Kurve gemäß Fig. 2 durch unterschiedliche Farben bzw. unterschiedliche Grautöne;

Fig. 4 eine Kurve, welche den aus der Kurve der Fig. 2 ermittelten Temperaturgradienten in seinem Verlauf längs der Rasterzeile zeigt;

35



Fig. 5 eine Darstellung der Kurve gemäß Fig. 4 durch unterschiedliche Farben bzw. unterschiedliche Grautöne.

Bei der in Fig. 1 dargestellten Anordnung ist mit 10 eine Thermokamera zur Aufnahme thermographischer Bilder, z.B. eines Bereichs eines menschlichen Körpers bezeichnet. Die Signale der Thermokamera 10 werden einem an diese angeschlossenen Analog-Digital-Wandler 11 zugeführt. An diesem wiederum ist ein erster Speicher 12 zur Aufnahme der digitalisierten Bildsignale angeschlossen.

10

Bei dem Verfahren nach der Erfindung werden die Temperaturgradienten für jeden Bildpunkt rechnerisch ermittelt. Die dabei gewonnenen Signale werden in einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung zur automatischen Scharfeinstellung der thermographischen Kamera verwendet. Dazu kann beispielsweise unter Bildung der Summe der Gradientensignale eines mehr oder weniger großen Bildbereiches die Fokussierung der Kamera automatisch solange verändert werden bis diese Summe ihr Maximum erreicht. Es ist auch möglich zur automatischen Scharfeinstellung nur die hohen Frequenzen im Gradienten-Signalfeld zu verwenden.

20

Der Speicher 12 ist seinerseits mit einem beispielsweise als Prozeßrechner ausgebildeten Rechner 13 verbunden, um einerseits einen Datenaustausch und andererseits die Rückmeldung von Signalen an den Speicher 12 zu ermöglichen, wenn ein Rechenkomplex im Rechner 13 abgeschlossen ist.

25

Der Speicher 12 und der Rechner 13 sind jeweils an eine Anzeigesteuerung 14 angeschlossen, die ihrerseits mit Monitoren 15 und 16 verbunden ist, um die jeweiligen Temperaturgradientenwerte, Temperaturwerte oder aber Differenzwerte bzw. Quotientenwerte aus Temperaturgradienten bzw. Temperaturen zur Anzeige zu bringen.

Ferner ist der Rechner 13 zum gegenseitigen Datenaustausch mit einem zweiten Speicher 17 oder einem weiteren Rechner mit angeschlossenem Speicher verbunden, der zur langfristigen Speicherung von Daten vorgesehen ist und seine Daten vom Rechner 13 erhält. Diesem werden weitere Daten über eine Dateneingabe 18 etwa einem weiteren Rechner zugeführt,





z.B. Steuersignale für Start, Stop usw.

Das zu untersuchende Objekt wird mit dem Thermokamera 10 aufgenommen, die gemessenen Werte im Analog-Digital-Wandler 11 digitalisiert und im Speicher 12 angespeichert. Zu diesem Zweck wird das zu untersuchende Objekt in ein Raster von z.B. 64 x 64 Bildpunkten oder 256 x 256 Bildpunkten mit einem Abstand der Bildpunkte voneinander von z.B. 5 mm bzw. 1,25 mm unterteilt. Der Rechner 13 ruft die im Speicher 12 gespeicherten Temperaturwerte ab, speichert sie zum einen im Speicher 17 (großer Langzeitspeicher) ab und verarbeitet zum anderen die abgerufenen Daten, um für jeden Bildpunkt die Temperaturgradienten zu errechnen. In Abhängigkeit von der gewünschten Berechnungsgenauigkeit können dabei die Temperaturen von jeweils vier oder acht oder mehr benachbarten Bildpunkten des Rasters bei der Berechnung berücksichtigt werden.

15

Die so errechneten Temperaturgradientenwerte werden im Rechner aufsummiert und mit dem Summensignal wird die Fokussierung der Kamera 10 automatisch solange geregelt bis das Summensignal sein Maximum erreicht und die Fokussierungseinstellung ihre stabile optimale Lage erreicht.

20

Die nach dieser Einstellung ermittelten Temperaturgradientenwerte werden im Speicher 12 gespeichert. Bei Beendigung des Berechnungsvorganges gibt der Rechner 13 eine Rückmeldung an den Speicher 12. Dieser gibt daraufhin die gespeicherten Signale der gemessenen Temperaturwerte und der errechneten Temperaturgradientenwerte zur Anzeigensteuerung 14. Diese leitet die Signale beispielsweise dem Monitor 15 zu, auf dessen Bildschirm sie sichtbar gemacht werden.

Dabei können die Temperaturwerte einerseits und die Temperaturgradientenwerte andererseits entweder auf zwei nebeneinanderliegenden Bildschirm-Bereichen 15a, 15b des Monitors 15 erscheinen oder aber überlagert dargestellt werden.

Um die jeweiligen thermographischen Bilder gut auswerten zu können, werden über die Dateneingabe 18 für die Temperaturwerte und Temperaturgradientenwerte mehr oder weniger fein gestaffelte Schwellwerte vorge-



geben. Der Rechner 13 ordnet den Temperatur- und Temperaturgradientensignalen entsprechend den vorgegebenen Schwellwerten vorbestimmte Grautöne oder Farbstufen zu, die dann auf den Bildschirmen 15a, 15b oder 16 erscheinen.

5

Will man Temperaturwerte und Temperaturgradientenwerte nebeneinander darstellen, so kann man wahlweise Grautöne oder Farbstufen verwenden, wobei die farbige Darstellung der thermographischen Bilder in vielen Fällen vorzuziehen sein wird.

10

Alternativ oder zusätzlich dazu können kritische Bereiche auch dadurch sichtbar gemacht werden, daß man die jeweiligen Punkte aufblinken läßt.

Ein Beispiel für eine optische Darstellung der ermittelten bzw. errechneten Werte ist in Fig. 2 bis 5 dargestellt. Fig. 2 zeigt in Gestalt einer Kurve 19 den Verlauf der gemessenen Temperaturwerte längs einer Zeile eines mit der Kamera 10 aufgenommenen Bildes. Es kann sich dabei um eine Bildzeile eines Thermogramms handeln, das sich über einen 35 cm langen Hautstreifen erstreckt. Die gemessenen Temperaturwerte sollen im Bereich von zwei Maxima 20 und 21 der Kurve 19 Temperaturen wiedergeben, die sich beispielsweise aus hautnahen Blutgefäßen ergeben. Zwischen diesen Maxima 20 und 21 ist ein weiteres Maximum 22 dargestellt, das auf einen verhältnismäßig kleinen Tumor in der Körperschale zurückzuführen sei.

25

Eine Darstellung der Farb- bzw. Grautonwerte zu den Temperaturbereichen der voranstehend erläuterten Kurve 19 ergibt laut Fig. 3, daß Farbbereiche 23, 24 (bzw. Grautonbereiche) für die Maxima 20 und 22 übereinstimmen, obwohl dieser Kurvenbildung unterschiedliche, zu identifizierende Ursachen zugrundeliegen.

Fig. 4 zeigt eine Kurve 25, die die zu den Temperaturwerten der Kurve 19 der Fig. 2 gehörenden Temperaturgradienten wiedergibt. Wie aus der Kurve 25 ersichtlich, ist ein Maximum 26, welches dem Abfall der Kurve 19 nach dem Maximum 22 zuzuordnen ist, gegenüber dem übrigen Verlauf der Kurve 25 deutlich abgesetzt.



Wird für die Kurve 25 eine bildliche Darstellung entsprechend Fig. 3 aufgezeichnet, also mit den vorgegebenen Schwellwertbereichen zugeordneten Farbbereichen, so ergibt sich, daß ein Farbbereich 27 deutlich gegenüber anderen, auch untereinander verschiedenen Farbbereichen abgesetzt ist.

Bei einem alternativen Verfahren zur Auswertung thermographischer Aufnahmen, insbesondere zur Identifizierung von Tumoren und anderen Bereichen mit unterschiedlichem Temperaturverhalten, werden Temperaturwerte bei wiederholten Aufnahmen bzw. Messungen, jedoch unterschiedlichen mittleren Temperaturen einander gegenübergestellt. Bei diesem Verfahren wird berücksichtigt, daß beispielsweise ein Tumor bei unterschiedlichen mittleren Körpertemperaturen im wesentlichen eine bestimmte gegebene Temperatur hält. In Fig. 2 ist der bei einer bestimmten mittleren Temperatur gemessenen Kurve 19 eine zweite Kurve 28 gegenübergestellt, die einer niedrigeren mittleren Körperoberflächentemperatur entspricht. Die "normal" reagierenden Bereiche der Körperschale zeigen hier durchgängig niedrigere Temperaturwerte, während im Bereich des Maximums 22 im wesentlichen die Temperaturwerte der Kurve 19 festgestellt werden.

20

Mit Hilfe der Anordnung nach Fig. 1 werden die Temperaturwerte verschiedener Messungen bzw. Aufnahmen einander rechnerisch gegenübergestellt, indem für jeden Bildpunkt beispielsweise die Differenzen oder Quotientenwerte ermittelt und auf einem Bildschirm, z.B. des Monitors 16, dargestellt werden. Es kann dabei so vorgegangen werden, daß die Werte eines zuvor bei einer anderen mittleren Körpertemperatur aufgenommenen Thermogramms aus dem Speicher 17 abgerufen und im Rechner 13 den Werten des neu aufgenommenen Thermogramms gegenübergestellt werden.

Dieses Verfahren kann mit der Ermittlung und Darstellung der Temperaturgradientenwerte gleichzeitig durchgeführt werden, wobei die letztgenannten Daten gleichzeitig mittels des anderen Monitors 15 dargestellt sind. Es können dadurch auch Bilder einander gegenübergestellt werden, die mit größerem zeitlichen Abstand voneinander aufgenommen wurden. Man kann dadurch sowohl lokale als auch zeitliche Temperaturänderungen deutlich machen. Der als Langzeitspeicher ausgebildete Speicher 17 nimmt hierfür



Daten auf entsprechenden Datenträgern für die Speicherung über Jahre hinweg auf.

5

10

15

20

25

30

35



## Patentansprüche:

1. Verfahren zur Erfassung und Darstellung thermographischer Bilder von biologischen oder technischen Strukturen, wobei die Temperaturwerte  
5 an jedem Bildpunkt eines Thermogramms digital erfaßt, ausgewertet und dargestellt werden, dadurch gekennzeichnet, daß die Steilheit der lokalen Temperaturänderung, d.h. also der der Temperaturgradient für jeden Bildpunkt aufgrund seiner Temperatur und der gemessenen Temperaturwerte seiner Nachbarpunkte errechnet und die örtliche Verteilung  
10 der Temperaturgradienten für einen ausgewählten Bildbereich dargestellt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß gleichzeitig mit dem Temperaturgradientenfeld das Temperaturfeld des Thermogramms  
15 dargestellt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Temperaturwerte und/oder die Temperaturgradientenwerte des Thermogramms in mehrere gestaffelte Schwellwert-Bereiche eingeordnet  
20 werden und den Werten in diesen Bereichen optisch darstellbare Markierungen, insbesondere Farbstufen, zugeordnet werden.
4. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß den Temperaturwerten und/oder den Temperaturgradientenwerten ein vorwähl-  
25 barer Schwellwert zugeordnet wird, und daß die unter- und oberhalb dieses Schwellwertes liegenden Meßwerte in schwarz/weiß-Darstellung wiedergegeben werden.
5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß vor der Er-  
30 mittlung der Temperaturgradienten zunächst die mittlere Temperatur in ausgewählten Bildausschnitten errechnet und dann die Temperaturgradienten für jeden Bildpunkt, bezogen auf den jeweiligen Wert dieser mittleren Temperatur, bestimmt und zur Anzeige gebracht werden.
- 35 6. Verfahren nach Anspruch 1 und 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Temperaturgradienten-Signal zur automatischen Fokussierung des Sy-



stems zur Aufnahme der thermographischen Bilder verwendet wird.

7. Verfahren zur Erfassung und Darstellung thermographische Bilder von biologischen oder technischen Strukturen, wobei die Temperaturwerte an jedem Bildpunkt eines Thermogramms digital erfaßt, ausgewertet und dargestellt werden, dadurch gekennzeichnet, daß bei unterschiedlichen mittleren Temperaturen der Strukturen thermographischer Bilder aufgenommen werden, daß in jedem dieser Bilder zu jedem Bildpunkt der Temperaturgradient errechnet wird, und daß die unterschiedlichen Temperaturen entsprechenden Temperatur- und/oder Temperaturgradientenfelder mathematisch verglichen und die Änderungen der Bilder zur Anzeige gebracht werden.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die für ein erstes Thermogramm ermittelten Temperaturwerte und die daraus errechneten Temperaturgradientenwerte auf einem ersten Bildschirm und gleichzeitig die durch Vergleich des ersten Thermogramms mit einem zweiten Thermogramm errechneten Differenz- bzw. Quotientenwerte für die Temperaturen und/oder Temperaturgradienten auf einem zweiten Bildschirm sichtbar gemacht werden.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 2, 3 und 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Temperturwerte und die Temperaturgradientenwerte der Thermogramme in zwei nebeneinander liegenden Bereichen auf einem gemeinsamen Bildschirm zur Anzeige gebracht werden.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 2, 3 und 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Temperaturwerte und die Temperaturgradientenwerte der Thermogramme übereinander auf dem gemeinsamen Bildschirm sichtbar gemacht werden, wobei das Temperaturfeld und diejenigen Orte, an denen vorgegebene Schwellwerte der Temperaturen und/oder Temperaturgradienten überschritten werden, optisch gegeneinander abgesetzt sind.



1 / 3

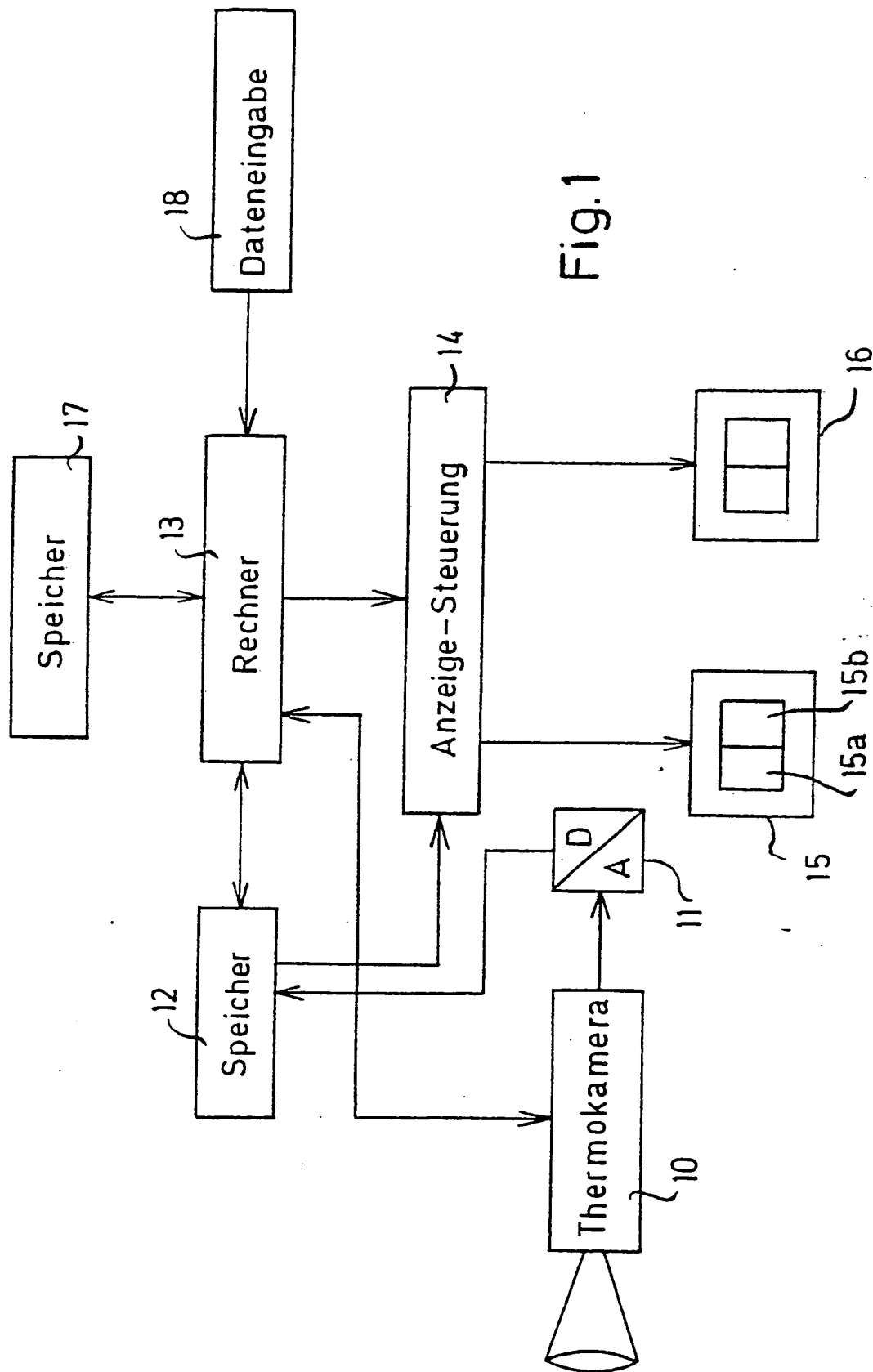
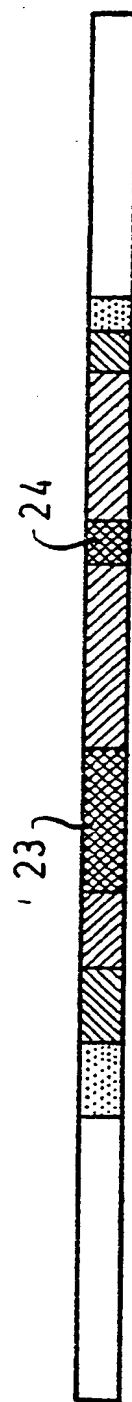
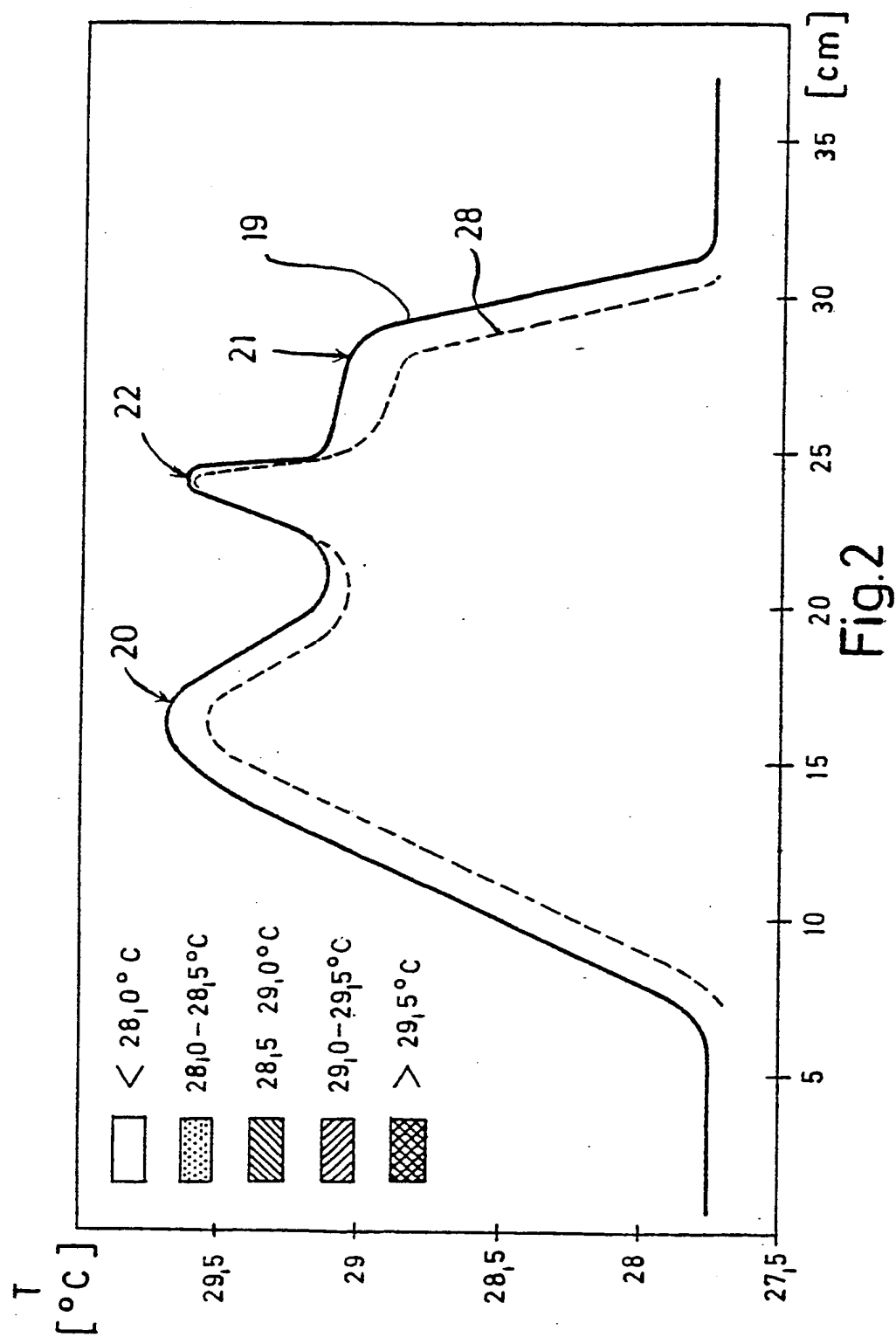


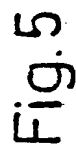
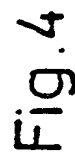
Fig.1

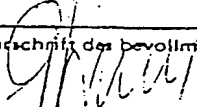


2 / 3







I. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS (bei mehreren Klassifikationen sind alle anzugeben) <sup>3</sup>		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder sowohl nach der nationalen Klassifikation als auch nach der IPC Int.Cl. <sup>3</sup> : A 61 B 5/00; G 01 J 5/00		
II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff <sup>4</sup>		
Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole	
Int.Cl. <sup>3</sup>	A 61 B 5/00; G 01 K 1/02; G 01 R 19/12; G 01 T 1/29; G 01 S 7/48; G 06 K 9/56; G 01 J 5/00	
Recherchierte nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen <sup>5</sup>		
III. ALS BEDEUTSAM ANZUSEHENDE VERÖFFENTLICHUNGEN <sup>14</sup>		
Art +	Kennzeichnung der Veröffentlichung <sup>16</sup> mit Angabe, soweit erforderlich, der in Betracht kommenden Teile <sup>17</sup>	Betr. Anspruch Nr. 18
	FR, A, 2142117, veröffentlicht am 26. Januar 1973, siehe Seite 2, Zeilen 3-37, Seite 3, Zeile 9 - Seite 4, Zeile 9, Seite 4, Zeile 26 - Seite 5, Zeile 26, Seite 6, Zeilen 5-22 und Abbildungen 1-5, Laboratoires d'Electronique et de Physique Appliquée - L.E.P.	1-4
	DE, B, 1284659, veröffentlicht am 05. Dezember 1968, siehe Spalte 1, Zeilen 21-51, Spalte 2, Zeilen 23-47, Spalte 3, Zeilen 9-40, Spalte 4, Zeilen 10-49, Abbildungen 1-6, Fernseh GmbH	1, 3, 4, 10
	US, A, 4186748, veröffentlicht am 05. Februar 1980, siehe Zusammenfassung, Spalte 1, Zeile 51 - Spalte 2, Zeile 39, Spalte 3, Zeilen 32-50, Spalte 7, Zeile 36 - Spalte 8, Zeile 55, Abbildungen 1, 6, 7, K.J. Schlager	1
	DE, B, 2835602, veröffentlicht am 03. Januar 1980, siehe Spalte 4, Zeilen 26-44, Spalte 5, Zeile 37 - Spalte 6,	1, 5 ./.
+ Besondere Arten von angegebenen Veröffentlichungen: <sup>15</sup>		
<p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert</p> <p>"E" frühere Veröffentlichung, die erst am oder nach dem Anmeldedatum erschienen ist</p> <p>"L" Veröffentlichung, die aus anderen als den bei den übrigen Arten genannten Gründen angegeben ist</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem Anmeldedatum, aber am oder nach dem beanspruchten Prioritätsdatum erschienen ist</p> <p>"T" Spätere Veröffentlichung die am oder nach dem Anmeldedatum erschienen ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben wurde</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung</p>		
IV. BESCHEINIGUNG		
Datum des tatsächlichen Abschlusses der Internationalen Recherche <sup>2</sup>	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts <sup>2</sup>	
09. September 1981	21. September 1981	
Internationale Recherchenbehörde <sup>1</sup> EUROPÄISCHES PATENTAMT	Unterschrift des bevollmächtigten Bediensteten <sup>20</sup>  G. L. M. Kruidenberg	

III. ALS BEDEUTSAM ANZUSEHEN VERÖFFENTLICHUNGEN (FORTSETZUNG DER ANGABEN VON BLATT 2)		
Art *	Kennzeichnung der Veröffentlichung, <sup>16</sup> mit Angabe, soweit erforderlich, der in Betracht kommenden Teile <sup>17</sup>	Betr. Anspruch Nr. <sup>18</sup>
	<p>Zeile 36 und die Abbildung, J. Edrich</p> <p>---</p> <p>US, A, 4192004, veröffentlicht am 04. März 1980, siehe Zusammenfassung, Spalte 2, Zeilen 9-62, Spalte 3, Zeile 43 - Spalte 5, Zeile 14, Spalte 6, Zeilen 45-68, Abbildungen 1 und 2, W.R. Buerger</p> <p>---</p> <p>IEE Conference Publication on Low Light and Thermal Imaging Systems, Nr. 124, 3-5 März 1975 (London, GB), J.R. Davy: "Medical applications of thermography", Seiten 171-179, siehe Seiten 173 und 174, Abschnitt "Display"</p> <p>---</p> <p>IEEE MTT-S International Microwave Symposium Digest, 1979 (New York, US), J.E. Thompson et al. "Tumor detection using microwave enhanced thermography and computer aided image analysis", Seiten 39-44, siehe Seiten 40 und 41, Abschnitt "Data Analysis"</p> <p>-----</p>	<p>1,7</p> <p>1</p> <p>1</p>

International Application No PCT/DE81/00076

According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC

## II. FIELDS SEARCHED

Minimum Documentation Searched +

### Classification System

### Classification Symbols

Int.Cl.<sup>3</sup>

A 61 B 5/00; G 01 K 1/02; G 01 R 19/12;  
G 01 T 1/29; G 01 S 7/48; G 06 K 9/56;  
G 01 J 5/00

Documentation Searched other than Minimum Documentation  
to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched 5

### III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT 14

Category •

Citation of Document, <sup>16</sup> with indication, where appropriate, of the relevant passages <sup>17</sup>

Relevant to Claim No. 13

FR, A, 2142117, published on 26 January 1973, see page 2, lines 3 - 37, page 3, line 9 - page 4, line 9, page 4, line 26 - page 5, line 26, page 6, lines 5 - 22 and figures 1 - 5, Laboratoires d'Electronique et de Physique Appliquée - L.E.P.

1-4

DE, B, 1284659, published on 5 December 1968, see column 1, lines 21 - 51, column 2, lines 23 - 47, column 3, lines 9 - 40, column 4, lines 10 - 49, figures 1 - 6, Fernseh GmbH

**1, 3, 4, 10**

US, A, 4186748, published on 5 February 1980, see abstract, column 1  
line 51 - column 2, line 39, column 3, lines 32 - 50, column 7,  
line 36 - column 8, line 55, figures 1, 6, 7, K.J. Schlager

1

DE, B, 2835602, published on 3 January 1980, see column 4, lines 26 - 44, column 5, line 37 - column 6, line 36 and the figure, J. Edrich

## 1.5

US, A, 4192004, published on 4 March 1980, see the abstract, column 2, lines 9 - 62, column 3, line 43 - column 5, line 14, column 6, lines 45 - 68, figures 1 and 2, W.R. Buerger

1.7

IEE Conference Publication on Low Light and Thermal Imaging Systems,  
Nr. 124, 3 - 5 March 1975 (London, GB), J.R. Davy;  
"Medical applications of thermography", pages 171 - 179, see  
pages 173 and 174, paragraph "Display"

1

.../...

- **Special categories of cited documents: 15**

**"A" document defining the general state of the art**

"E" earlier document but published on or after the international filing date

**"L"** document cited for special reason other than those referred to in the other categories

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

**"P"** document published prior to the international filing date but on or after the priority date claimed

"T" later document published on or after the international filing date or priority date and not in conflict with the application, but cited to understand the principle or theory underlying the invention

**"X" document of particular relevance**

#### IV. CERTIFICATION

Date of the Actual Completion of the International Search 2

**9 September 1981 (09.09.81)**

Date of Mailing of this International Search Report :

**21 September 1981 (21.09.81)**

International Searching Authority 1

**European Patent Office**

Signature of Authorized Officer :0

## FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM THE SECOND SHEET

IEEE MTT-S International Microwave Symposium Digest, 1979 (New York, US), J.E. Thompson et al. "Tumor detection using micro-wave enhanced thermography and computer aided image analysis", pages 39 - 44, see pages 40 and 41, paragraph "Data Analysis"

1

V. ☐ OBSERVATIONS WHERE CERTAIN CLAIMS WERE FOUND UNSEARCHABLE <sup>10</sup>

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2) (a) for the following reasons:

1. ☐ Claim numbers \_\_\_\_\_, because they relate to subject matter <sup>13</sup> not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claim numbers \_\_\_\_\_, because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out <sup>13</sup>, specifically:

VI. ☐ OBSERVATIONS WHERE UNITY OF INVENTION IS LACKING <sup>11</sup>

This international Searching Authority found multiple inventions in this international application as follows:

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims of the international application.
2. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims of the international application for which fees were paid, specifically claims:
3. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claim numbers:

## Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by applicant's protest.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**